

рованного состояния задержанный водород приобретает способность к перемещению и вызывает дальнейшее образование трещин.

6. Перемещение водорода внутри металла массивных конструкций возможно по всем известным механизмам диффузии.

**В. И. Панов**

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ХОЛОДНОЙ СВАРКИ В МОЛЕКУЛЯРНОМ ВИДЕ**

В настоящее время восстановлению работоспособности вышедшего из строя оборудования уделяется большое внимание. В значительной степени эта проблема решается за счет реновации. С целью подготовки специалистов соответствующего уровня в 1994 г. согласно постановлению Госкомвуза РФ организована специальность 072101 Реновация средств материального производства и разработан государственный межотраслевой образовательный стандарт по данной специальности.

В последние годы широкое распространение получила холодная сварка в молекулярном виде (ХСМВ). Она признана эффективным методом восстановления деталей машин различного назначения. ХСМВ выполняется на воздухе без подогрева и давления, при этом не требуется дополнительная защитная среда. Не нужна и высокая квалификация исполнителя.

В качестве расходных материалов используются полимерные композиты, представляющие собой металлические, металлокерамические и резинотехнические пасты. Они созданы на основе новейших научных исследований в области самоорганизации структур дисперсных сред с применением новых комплексных физико-технологических методов.

Металлополимеры выпускают в виде паст, гелей и жидкостей. Их основу составляют модифицированные эпоксидные и аминовые смолы в сочетании с наполнителями из металлических, керамических и минеральных частиц. Составные компоненты легко смешиваются руками и доводятся до состояния пластилина. В подавляющем большинстве случаев нанесенная композиция схватывается за 5 мин, полимеризуется за 15 мин, полное отверждение происходит за 1 ч. Такие композиции придают требуемые свойства нанесенному полимеру (адгезия к любым материалам, механическая прочность, температуростойкость (до 1315 °С), химическая стойкость и др.).

Полимеры не дают усадки, подвергаются всем видам механической обработки – точению, сверлению, нарезанию резьбы, слесарной обработке и др.

В цехах металлургического завода ОАО «Уралмашзавод» (ныне ООО «ОМЗ “Спецсталь”») накоплен многолетний успешный опыт применения ХСМВ. Она используется в следующих целях:

- устранение дефектов в литых и кованных заготовках, вскрывшихся при механообработке, в том числе и на поверхностях, подвергаемых значительной нагрузке (контактные поверхности зубчатых зацеплений;

- герметизация мест течи при проведении гидравлических испытаний (в нашей практике величина испытательного давления составила 12 атм);

- сварка неметаллических материалов;

- восстановление изношенных посадочных мест под подшипники;

- восстановление участков резьбы;

- заделка трещин в сосудах с взрывоопасными материалами (например, в бензобаках);

- заделка трещин в элементах, подвергаемых воздействию высокой температуры (например, в головках блоков цилиндров) и др.

Этот метод систематически используется при выполнении срочных аварийных ремонтов, когда невозможно или невыгодно применять традиционные технологии. В частности, были устранены трещины в чугунной станине уникального расточного станка. В другом случае суппорт фрезерного станка в процессе эксплуатации рассыпался на части. Его сварка не позволила бы получить требуемые чертежные размеры и товарный вид. Благодаря применению ХСМВ удалось решить эту проблему. Тяжело нагруженный восстановленный суппорт успешно эксплуатируется несколько лет.

В зависимости от конкретно выполняемой работы и условий эксплуатации конструкции были использованы металлополимеры:

- фирмы Лео;

- фирмы Бельзона;

- компании «Вефиль»;

- Quick Steel plus (температура эксплуатации до 260 °C);

- White Titan;

- Tuff Bronse;

- термосталь (температура эксплуатации до 1320 °C) и др.

Применение ХСМВ обеспечивает снижение текущих затрат не менее чем в 5 раз по сравнению с традиционными методами реновации (прежде всего со сваркой).

Л. Т. Плаксина, А. С. Чуркин

## **РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ НАПЛАВКИ АНТИФРИКЦИОННЫХ БРОНЗ**

В основу работы по оптимизации состава безокислительных флюсовых композиций, обеспечивающих идентичность химического состава наплавленного металла составу электродного металла, для наплавки алюминиевых антифрикционных бронз при создании биметаллических крупногабаритных пар трения-скольжения положена идея модифицирования – способ улучшения механических свойств наплавленного металла путем введения в расплавленный металл малых присадок (модификаторов), практически не изменяющих его химический состав. Свойства наплавленного металла в результате модифицирования улучшаются не только вследствие измельчения его структуры, но и благодаря переводу вредных с технологической точки зрения легкоплавких примесей (например, свинца и висмута) в менее вредные тугоплавкие соединения.

Для измельчения структуры алюминиевых бронз применяют (раздельно или совместно) в качестве модификаторов следующие элементы: титан, цирконий, ниобий, молибден, бор и др. Эти элементы уже при малых концентрациях (сотые и десятые доли процента) образуют с алюминием тугоплавкие химические соединения, влияющие на формирование первичной структуры металла. Необходимо отметить, что структура алюминиевых бронз измельчается при действии перечисленных выше элементов только в том случае, если бронзы содержат не менее 0,1–0,2% железа.

Малые добавки (микролегирование) элементов в состав бронз используют не только в качестве модификаторов, но и как раскислители. В расчетах оценивали возможность восстановления Се, В, Ti (сильных раскислителей и модификаторов) из оксидов, вводимых в состав известных фтористых флюсов (электродных покрытий). В качестве восстановителя рассматривали Al (сильный восстановитель) в составе бронзы Бр Амц 9–2. Предполагаемая химическая реакция:  $3(\text{MeO}) + 2[\text{Al}] = 3[\text{Me}] + (\text{Al}_2\text{O}_3)$ .